

**CATEDRAL DEL BURGO DE OSMA**

# LA TORRE RECUPERA SU ASPECTO

Una profunda rehabilitación ha salvado de la ruina y el abandono a la torre barroca de la catedral del Burgo de Osma, uno de los monumentos más significativos de la provincia de Soria que, desde su construcción en el siglo XVIII, jamás había sido reformada. Un trabajo que ha devuelto el esplendor –y también su sonido original–, a este conjunto monumental.

**texto y fotos** Santiago Durán García (Arquitecto Técnico)



La Catedral del Burgo de Osma fue declarada Monumento Nacional en 1931. En el conjunto destaca su torre barroca, obra de José de la Calle y remate de Juan de Sagarbina, construida entre los años 1739 y 1753, después de que se derrumbara la primitiva construcción gótica. Tiene 72 m de altura y contiene una serie de campanas (varias góticas y otras modernas), de notable interés. Tras las actuaciones de rehabilitación realizadas a instancias del Cabildo de la Catedral (que cuenta con una superficie de casi 10.000 m<sup>2</sup>), la torre, que supone poco menos de 200 m<sup>2</sup>, se encontraba en un estado de abandono, dado que no se conocen restauraciones de la misma.

**Vista exterior.** Adornada con filigranas, gárgolas, arbotantes y agujas, la torre se organiza en cuatro cuerpos. El inferior, de planta cuadrada, se dispone entre las cotas 0.00 y +30.00. Se trata de un cuerpo muy macizo, formado por fábrica de sillería de piedra caliza y aparejo regular de gran formato. Desde la cota +30.00 hasta el remate del primer cuerpo de campanas presenta una planta cuadrada, ligeramente retranqueada respecto al cuerpo inferior, disponiéndose un pasillo perimetral exterior cerrado por una balaustrada y seis aberturas para las campanas. Las esquinas de este cuerpo se rematan con pináculos de bola. El tercer cuerpo se constituye a partir de la transición entre el segundo cuerpo (el de campanas) y la cúpula de la torre, efectuándose la transición entre la planta cuadrada y la circular a base de pechinas. Sobre esta cúpula se sitúa el cupulín o linterna, el cual alberga las pequeñas campanas del reloj. Está rematada en una cruz de hierro.

**Estructura interior.** Posee una escalera de piedra en forma de caracol, con 166 escalones, que se encontraba en aceptable estado de conservación, que asciende hasta los niveles 1 y 2. Toda la superficie de los muros interiores estaba ennegrecida por el uso



#### PINÁCULOS

Algunos estaban rajados a causa del incremento de volumen de los vástagos de sujeción y atacados por la corrosión. Se desmontaron y se sustituyeron por doble varilla zincada y anclajes con varilla y resina.

### EN LA PRIMERA FASE DE LA OBRA SE TRATA DE EVITAR RIESGOS POR CAÍDA DE PIEDRA A LA VÍA PÚBLICA DESDE LAS CORNISAS

de la torre como chimenea del sistema de calefacción de la catedral y por el propio paso del tiempo.

El nivel 1 (cota +27.00) presenta un forjado de listones de madera antigua sobre grandes jácenas, en mal estado de conservación. En una esquina se encuentra un peligroso hueco, tapado parcialmente con una compuerta de madera, usado para izar las campanas en origen, con la sogá que se conserva en el perímetro del claustro del museo de la Catedral. Junto a este hueco hay una habitación, levemente iluminada por un óculo, en la cual se guardan los restos del antiguo reloj. El suelo de este nivel aparecía recubierto de excrementos animales y basura de todo tipo, y en estado de abandono. Las paredes estaban recubiertas de hollín.

El nivel 2 (cota +31.65) presenta muy poca altura, efectuándose la salida al pasillo perimetral exterior desde el mismo. En el centro existe un pie derecho de madera que se apoya sobre una gran jácena en el nivel inferior. En una esquina, y en la



## Estado inicial



- 1 Estado que presentaba el pararrayos y la vegetación encontrada en las cornisas.



- 2 Durante la intervención se desmontó la caldera de gasoil, que se encontraba en el interior de la chimenea.



- 3 Estado inicial de los forjados, antes de comenzar los trabajos de rehabilitación.



- 4 Estado del forjado superior en el cuerpo de campanas previo a la rehabilitación.



➤ misma vertical que el hueco del nivel 1, existe otro hueco de las mismas dimensiones, semicerrado por unas compuertas de madera en pésimo estado. Junto a este agujero, una burda escalera de madera asciende al nivel 3, ya que la escalera de caracol, aunque llega a este nivel, está cerrada con una reja de hierro.

En el nivel 3 (cota +33.91), se encuentran las campanas. La sala de campanas tiene suelo de madera, hundido debajo la campana mayor, existiendo un hueco en el mismo sitio que en los niveles 1 y 2, pudiendo indicar, por la casualidad, que este sirviera para el izado y mantenimiento de las campanas, y no tratarse de un simple derrumbe. En un lado de la sala, junto a la clausurada escalera de caracol, se eleva una escalera de madera, que alcanza el centro de la bóveda que cubre la estancia, para acceder a las campanas del reloj. Algunos tramos, y especialmente la plataforma que cierra el cupulín, están parcial o totalmente podridos.

**Intervención constructiva.** Realizada en dos fases, en la primera se trata de evitar el riesgo para las personas y el deterioro progresivo del monumento por la caída a la vía pública de piedra procedente de las cornisas de la torre, a la altura del

cuerpo de campanas. Comprende:

- Restauración de forjados y escaleras de acceso hasta el nivel superior.
- Consolidación y revestimiento de las grandes cornisas de piedra del cuerpo de campanas.
- Limpieza de paramentos interiores y sustitución de instalación eléctrica.
- Revisión y mejora de anclajes de las grandes e históricas campanas y sus mecanismos de volteo.

**Forjados interiores.** En el tramo primero de la torre, se retiraron las vigas en voladizo, semicultas por el hollín, ya que este tramo se utilizaba como escape natural de la caldera de gasoil situada en el piso bajo. En el forjado superior, se demolió la escalera de madera de acceso al cupulín, que estaba muy deteriorada.

En el interior, se procedió al desmontaje de la tablazón en mal estado para llevar a cabo la reposición de la viga partida del forjado del cuerpo de campanas, la colocación de nuevas viguetas de madera y la terminación en tablero fenólico tratado para la intemperie y separado de las paredes interiores para evitar la posible pudrición de la misma. El montaje de los forjados se llevó a cabo de abajo a arriba, siendo el más peligroso el primero, con un vacío de 30 m bajo el mismo.



#### CORNISAS

Arriba, tratamiento de formación de pendientes superior tras la recuperación del borde de la cornisa. Abajo, patinado inicial tras la limpieza superficial.

## El nuevo tañido de las campanas

Para el traslado al taller de Murcia, donde se ha llevado a cabo su restauración, las campanas se desmontaron con ayuda de una grúa móvil de 80 toneladas. Una vez en el taller, se procedió al análisis de los yugos para comprobar la viabilidad de la reparación o sustitución de los mismos, dadas las pérdidas de sección que presentaba la madera a la intemperie.

Los trabajos comprendieron:

- La sustitución de los yugos de hierro y madera por otros de madera, similares a los

existentes. Los yugos antiguos están expuestos en el museo catedralicio. Las piezas originales poseen valor histórico, aunque no serían fiables para el volteo.

- La sustitución de los badajos en todas las campanas por unos adecuados, unidos por tiras de cuero para evitar la transmisión de vibraciones.

- La instalación de todas las campanas del primer cuerpo a vuelo (volteo o baneo) con motores de impulso, pudiendo desconectarse para permitir el volteo manual.



**CORNISAS**

Recuperación de las cornisas y goterones en borde para facilitar la evacuación de aguas.

**MONTAJE**

Manteniendo las vigas principales y separando la capa de terminación de la pared interior se evita la pudrición en cabezas de vigueta.



## LOS MUROS ESTABAN ENNEGRECIDOS POR EL USO DE LA TORRE COMO CHIMENEA DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN DE LA CATEDRAL

el material. A continuación, se realizó una limpieza de fachada de fábrica de mampostería en regular estado de conservación, mediante la aplicación, con cepillos de raíces, de una solución jabonosa neutra, en proporción 60/5 en agua destilada y amoníaco hasta disolver la costra de suciedad superficial. Para llevar a cabo esta tarea, se comenzó por las partes altas en franjas horizontales completas, limpiando con agua abundante los detritus que se acumulaban en las zonas inferiores y en vuelos, cornisas y salientes.

**Pasivación.** Una vez eliminadas las zonas pulverulentas, se restauraron los anclajes de las cornisas pasivando el metal para evitar oxidaciones. La pasivación se refiere a la formación de una película relativamente inerte, sobre la superficie de un material (frecuentemente un metal), que lo enmascara en contra de la acción de agentes externos. Aunque la reacción entre el metal y el agente externo sea termodinámicamente factible a nivel macroscópico, la capa o película pasivante no permite que estos puedan interactuar, de manera que la reacción química o electroquímica se ve reducida o completamente impedida. Antes de la aplicación de la imprimación pasivadora se procedió a un decapado de posibles pinturas existentes sobre los anclajes metálicos, eliminando las sucesivas capas de pintura existentes y de óxido que pudieran existir.

Para llevar a cabo la pasivación de los anclajes, se extendió barniz termoplástico adhesivo basado en solución acrílica de Paraloid B-72 (copolímero acrílico de los metacrilatos de metilo y etilo), aplicado en dos manos, con

**Cornisas inferiores.** Exteriormente, se montó un andamio tipo europeo en toda la superficie de la torre, utilizable, salvo para acceso mediante módulos de escaleras, a partir del nivel de cornisa inferior.

Antes de limpiar las cornisas fue necesario preconsolidarlas para evitar la disgregación y deterioro de la piedra. Para ello, se aplicó -por impregnación a brocha o pulverización- consolidante pétreo a base de silicato de etilo en solución en White spirit D40, que aumenta la dureza de la piedra, permitiendo la transpiración de vapor de agua sin alterar cromáticamente







1



2



3



4

...

## Plan de actuaciones

- 1/ Montaje de forjado superior en el cuerpo de campanas.
- 2/ Vegetación existente en las cornisas por falta de mantenimiento y limpieza.
- 3/ Recuperación del volumen de cornisa mediante anclaje con varilla, resina y mortero realizado con piedra caliza, previa a la impermeabilización superior.
- 4/ Fijación de goterón en borde de cornisa con metacrilato, que envuelve y tapa la impermeabilización.

➤ brocha y en franjas horizontales, incluyendo vuelos y salientes.

Las piezas se aprisionaron con mordazas y, una vez concluido el fraguado, se pegaron los fragmentos de piedra de las cornisas con varillas de sujeción de fibra de vidrio de 3-6 mm de diámetro. Para ello, se realizaron pequeños taladros oblicuos, de diámetro sensiblemente mayor al de las varillas, con taladradora de rotación con coronas de widia o tungsteno, y fijadas previo soplado de taladros, para eliminar los detritus, mediante adhesivo epoxy tixotrópico de dos componentes, impregnando las varillas e introduciéndolas en los taladros y dejando fraguar.

Antes de impermeabilizar las cornisas, se ejecutó una pendiente adecuada donde fue preciso, por medio de mortero pétreo de restauración, para asegurar una superficie lo más regular posible que permitiera el correcto drenaje de las aguas pluviales.

**Goterón.** Previo a la impermeabilización, hubo que implantar un goterón perimetral en todo el borde de las cornisas, para evitar el recorrido del agua hacia el interior. El goterón, en fibra de vidrio laminado con resina isoftálica de 1 mm de espesor y 10 mm de resalte, se colocó bajo el borde inferior del frente de la cornisa, anclado mediante tacos expansivos de polietileno y tornillos de acero inoxidable, siguiendo el perímetro de la cornisa. La impermeabilización

monocasco a base de estratificado de resina epoxídica en dispersión acuosa, armada con fibra de vidrio y terminación superficial, comprendió la aplicación de un impermeabilizante elástico para cubiertas, acabado con capa de protección gelcoat de resina epoxi Adingun, de tixotropía media, y acabado con espolvoreado de áridos de piedra caliza de 0,5 mm de espesor que se adherirá a la resina.

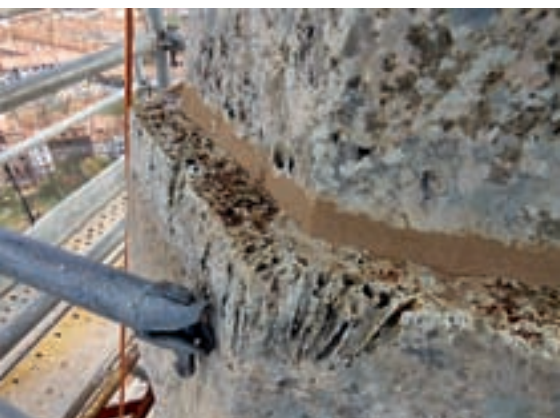
**Tratamiento herbicida.** Tras la impermeabilización hubo que hidrofugar la piedra y proceder a un tratamiento antiherbicida, con siloxanos en emulsión acuosa o mineralizador de base hidrófuga que, previa impregnación superficial, penetra en el paramento creando una capa repelente al agua, polvo y heladas, y evitando la formación de bolsas o cuñas de hielo que originan efectos destructivos.

Se utilizó un antiherbicida y fungicida que destruyera y previniera la proliferación de vegetación, algas y microorganismos sobre coronación de muro. El tratamiento se aplicó por frotación de solución diluida de amoníaco al 3-5%. Posteriormente, se limpió la superficie y se trató con solución acuosa de silicofluoruro de zinc al 1-2%, volviendo a repetir el tratamiento pasada una semana. Por último, la superficie se cubrió con un revestimiento protector impermeable de acetato de vinilo o metacrilato de metilo. Previamente al

### GOTERÓN DE PLOMO

Goterón de plomo en perímetro de linterna en fase 2, previa a la impermeabilización.





#### MEDIDAS ANTIPALOMAS

Se colocaron mallas antipalomas en los huecos de las campanas en todos los niveles, y sistemas lineales en balastradas.

### EN FASE 2, SE MONTÓ UN ANDAMIO TIPO EUROPEO UTILIZABLE A PARTIR DEL NIVEL DE CORNISA INFERIOR

tratamiento antiherbicida, manualmente se descombró y desforestó la zona de actuación.

El tratamiento curativo-preventivo superficial de madera se efectuó con Xylamón doble, aplicado mediante pulverización con botellas de gas de baja presión, previa preparación de superficies, con dos manos de tratamiento. Por último, se ejecutó la escalera de pates de acceso al cupulín.

**Segunda fase.** Durante la ejecución de las obras, se comprobó que es preciso extender la actuación a los pináculos y al cupulín (por encima del nivel de andamios, que terminaba en la cornisa superior). Debido a su pésimo estado de conservación, uno de los pináculos se

vino abajo durante el desmontaje del andamio. Además, se solicitó mejorar el sistema de pararrayos y el tratamiento de cupulín, óculos y salientes, pináculo superior y un cosido del cupulín con movimientos entre las piedras que han podido observarse detenidos por la colocación de testigos durante la primera fase. Se implantaría un pararrayos de tipo convencional, verificando en la memoria del proyecto reformado el cumplimiento del DB-SUA 8, del CTE (seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo).

Un análisis in situ mostró que esta solución de atado, innecesaria tras la observación de testigos, presentaba una difícil ejecución, pues habría que retirar las peanas de los bolardos que actúan como pequeños contrafuertes del cupulín y rellenar los gajos rehundidos en su base, para conseguir un anillo de superficie homogénea. Solo sería necesario el sellado de una grieta detectada, el cosido por el interior de la base del cupulín, y el afianzamiento de algunos bloques de piedra cuyo posible desprendimiento se ha localizado accediendo desde uno de los óculos del mismo.

El cierre mediante plataforma de tramex, con trampilla en la base del cupulín, se complementó con un sistema de jaulas antipalomas en los huecos de las campanas, consistente en unas redes, a modo de estores, que se pueden enrollar cuando haya que voltear las campanas. También se cambió la carpintería de las puertas de acceso a los distintos niveles de la torre, ahora inservibles, sustituyéndolas por puertas con tramex y perfiles calados que permitan la ventilación, pero no el acceso de palomas.

#### Ensayo de piedra y tratamientos.

Su objetivo era examinar los consolidantes, el contenido de sales y los ciclos de envejecimiento, hielo-deshielo de la piedra original así como la evaluación de la durabilidad de varios tratamientos de conservación aplicados a la piedra. A la empresa encargada del mismo, se le solicitó que indicara los productos de consolidación e hidrofugación, proponiéndose que los tratamientos a ensayar fueran dos consolidantes de composición diferente ➤



## PARA PASIVAR LOS ANCLAJES, SE EXTIENDE BARNIZ TERMOPLÁSTICO ADHESIVO APLICADO EN DOS MANOS, CON BROCHA

- y en concentraciones distintas (al 10% y al 50%). También se ensayaron dos hidrofugantes, y se recomendó que fueran de la misma casa comercial del consolidante. Con este análisis se determinó la mejora de la durabilidad de los materiales mediante envejecimiento acelerado de las probetas por medio de ciclos de humedad-sequedad (choque térmico), hielo-deshielo, cristalización de sales y radiación ultravioleta. Se realizaron los siguientes estudios de modificaciones petrofísicas y petrológicas:
- Registro de las pérdidas de peso de las muestras con los envejecimientos.
  - Observaciones visuales de daños de las probetas con registro fotográfico.
  - Modificación de la velocidad de propagación de ultrasonidos.
  - Variación del ángulo de contacto agua-piedra.
  - Variación de la porosidad accesible al agua.
  - Modificación del índice de compacidad.
  - Variación de los parámetros cromáticos por medio de técnicas fotospectrométricas.

- Modificación del brillo de la superficie tratada y envejecida.
- Análisis por microscopía electrónica de barrido del estado de conservación del tratamiento al inicio del ensayo de envejecimiento, para determinar la profundidad de penetración del producto y, a su término, para definir el estado de conservación del producto.
- Determinación de sales.

**Preconsolidación.** Para tratar el material pétreo, se aplicó por impregnación a brocha o pulverización, consolidante pétreo a base de silicato de etilo en solución en white spirit D40, que aumenta la dureza de la piedra permitiendo la transpiración de vapor de agua sin alterar cromáticamente el material. Además, los fragmentos de piedra sueltos que no necesitaban reconstrucción volumétrica se pegaron con adhesivos epoxy de dos componentes y pequeños cosidos de sujeción con varillas de fibra de vidrio de 3-6mm de diámetro. Los vivos descohesionados o perdidos de elementos lineales de cantería se restituyeron mediante la reconstrucción volumétrica de las pérdidas de masa con mortero epoxy, fijadas a la base sana mediante una fina armadura longitudinal de varilla de fibra de vidrio de 4mm de diámetro y otras transversales separadas 5 cm, ancladas a la piedra sana.

La consolidación estructural se llevó a cabo mediante el cosido con varilla de fibra de vidrio de 12 y 40 cm de longitud, en taladros realizados previamente, de diámetro ligeramente mayor y recibidos con resina epoxídica



### PROTECCIONES

Barandillas, líneas de vida exteriores y un acceso con escalera protegida con anillos en el interior, junto con una plataforma de tramex en la linterna, aseguran el acceso y seguridad para los trabajos de mantenimiento posteriores.



#### PROTECCIÓN FRENTE AL RAYO

Se colocó un nuevo pararrayos para cubrir en un 95% la planta completa de la Catedral.



#### PINÁCULOS

Bebederos de resina y marcas de varillas de resina utilizada para solidarizar las piezas que componen los pináculos.

### PARA EVITAR EL RECORRIDO DEL AGUA AL INTERIOR SE IMPLANTA UN GOTERÓN PERIMETRAL EN LAS CORNISAS

en aquellas zonas desde las que se podían apreciar líneas de fisura o grietas. En caso de encontrar fragmentos desprendidos, se separaron para adherirlos de nuevo con resina y cosidos estáticos. Para endurecer la piedra se realizó un tratamiento endurecedor en profundidad con una disolución de resinas acrílicas de bajo peso molecular en hidrocarburos, o bien con un mineralizante, las cuales penetraron en el paramento compactando las partículas sueltas, aumentando la dureza y abrasión de la piedra y evitando la formación de hoyos. La impermeabilización monocasco se efectuó a base de estratificado de resina

epoxídica en dispersión acuosa, armada con fibra de vidrio y terminación superficial. Este proceso comprendió la preparación de la superficie, que debía estar seca y exenta de suciedad, eliminando irregularidades y limpieza con aire comprimido. Después, se aplicó imprimación epoxi Adingun, para aumentar su penetración en el soporte. A continuación, se realizó el estratificado de manta de fibra de vidrio MAT 350-M4 impregnada con resina epoxi Adingun, formando un laminado continuo en toda superficie a impermeabilizar. Se terminó con el acabado con capa de protección gelcoat de resina epoxi Adingun Tixo, de tixotropía media, acabado con espolvoreado de áridos de piedra caliza de 0,5 mm de espesor, que se adhirió a la resina. Tras el tratamiento protector e hidrofugante, se sellaron las juntas de fábrica de sillería en piezas aparejadas, de dimensiones medias aproximadas hasta 60x40 cm, con mortero de cal de dosificación 1/3 color natural. Llamó la atención en obra la gran cantidad de amasadas utilizadas en el relleno de las juntas de la sillería, siempre de abajo a arriba. En el cupulín se realizaron anclajes paralelos al diámetro cosiendo las piezas entre sí y con las de nivel inferior, asegurando la estabilidad de dicho elemento.

Los pináculos recibieron una minuciosa y profunda limpieza en seco (realizada a mano con brochas de cerda suave, cepillos de raíces y espátulas de madera), de residuos dañinos cuya presencia contribuía al daño estético, al distorsionar su visión y acelerar su deterioro por aumento de la hidroscopticidad del monumento.

**Refuerzo de forjado inferior.** El forjado de madera tradicional de revoltones y viguetas de madera reparadas o bien conservadas, se reforzó mediante la limpieza manual de la parte superior, para realizar el suplemento de capa de compresión de 6 cm de espesor medio de hormigón HA-25/P/20/I, armado a base de mallazo electrosoldado con una cuantía media de 4 kg/m<sup>2</sup>, usando como conectores tornillos barraqueros de cabeza hexagonal cincados, de 160 mm y diámetro 12 mm. ■

## Ficha técnica

### REHABILITACIÓN DE LA TORRE DE CAMPANAS DE LA CATEDRAL DE BURGO DE OSMA (SORIA)

#### PROMOTOR

Dir. Gral. de Bellas Artes y Bienes Culturales y de Archivos y Bibliotecas, Instituto del Patrimonio Cultural de España (IPCE) y Ministerio de Cultura

#### PROYECTO Y DIRECCIÓN DE LA OBRA

Luis González Asensio, Javier F. Rico y Eduardo de Toro Gutiérrez (Arquitectos)

#### DIRECCIÓN DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

Santiago Durán García (Arquitecto Técnico)

Colaborador: Carlos Álvarez Ramallo (Arquitecto Técnico)

#### COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD

EN FASE DE PROYECTO: Luis González Asensio, Javier F. Rico y Eduardo de Toro Gutiérrez

EN FASE DE EJECUCIÓN Santiago Durán García

#### TÉCNICOS IPCE

FASE 1: José Sancho Roda y Fernando Antón Cabornero (Arquitectos)

FASE 2: Eduardo González Mercadé y Félix Benito Martín (Arquitectos); Marcos Toribio Gómez y J. Carlos González del Pino (Arquitectos Técnicos)

#### PRESUPUESTO

FASE 1: 255.934,08+IVA

FASE 2: 326.180,67+IVA

#### INICIO DE LA OBRA

Octubre de 2008

#### FIN DE LA OBRA

Mayo de 2013

#### EMPRESAS CONSTRUCTORA

FASE 1: Casas de La Alcarria, SL

FASE 2: TRYCSA